

CES Bauingenieur AG
Waser + Roos
Alpenstrasse 9, 6390 Engelberg
T 041 666 70 30
info.engelberg@cesag.ch, www.cesag.ch



Projekt: Definitive Beschneigung Langlaufloipen, Schanzenareal und Bänzenrüti

Objekte: Beschneigung Langlaufloipen Obere Erlen sowie Richtung Eienwäldli
Beschneigung Loipen im Bereich Schanzenareal
Beschneigung Skisprungschanze
Beschneigung Loipe Bänzenrüti

TECHNISCHER BERICHT BAUPROJEKT 2025

Engelberg, 14. Februar 2025/Was

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
Projektbegründung / Projektumfang	3
2. Grundlagen	4
3. Objektbeschreibung	4
3.1 Entnahmebauwerk PS 100 «Pumpstation 100» beim Erlenbach	4
3.2 Pumpstation PS 200 «Pumpstation 200» beim Sportplatz Wyden	5
3.3 Konzept Leitungsgräben mit Anschlussschächten	6
3.4 Ausführung in Phasen	7
3.5 Naturschnee	7
3.6 Beleuchtung Nachtloipen / Skisprungsschanze	8
3.7 Lärmbelastung.....	8
3.8 Umwelt	8
3.9 Bewirtschaftung der Schneeerzeuger sowie der Langlaufloipen	8
4. Erwerb von Grund und Rechten	9
5. Kosten	9
6. Schlussfolgerungen	10

Beilagen:

- Bericht CES Bauingenieur AG Lärmbeurteilung, vormals bpi ingenieure AG
- Bericht Geotest AG Nr. 2321084.1, Geologie
- Bericht Umwelt ANL Bauberatungen
- Plan Nr. 1858 – 2123A; Situation Abschnitt 1
- Plan Nr. 1858 – 2124A; Situation Abschnitt 2
- Plan Nr. 1858 – 2701 / -2702; Pläne PS 100 und PS 200

1. EINLEITUNG

Projektbegründung / Projektumfang

Die Beschneigung der Langlaufloipen im Gebiet der oberen Erlen (bis Richtung Eienwäldli) sowie im Schanzenareal, werden aktuell jeweils mit temporären Einrichtungen und einfachen Tauchpumpen (aus Engelberger Aa und aus dem Erlenbach) umgesetzt. Mit dem Ausbau der Engelberger Aa wurden die Betreiber vom Kanton Obwalden darauf aufmerksam gemacht, dass zukünftig kein Wasser mehr für die Beschneigung aus einem Fliessgewässer (betrifft Engelberger Aa) entnommen werden darf und dass über den ganzen Bereich der Loipen eine Schneesportzone ausgedehnt werden muss.

Auf Basis dieser Grundlagen erfolgte im Jahr 2018 / 2023 die Baueingabe für die Übergangslösung mittels temporärer Beschneigung der Loipen und dem Schanzenareal. Die temporäre Beschneigung beinhaltete vier Abschnitte (obere Erlen, Loipen Schanzenareal, Schanze und Bänzenrüti), welche im vorliegenden Bauprojekt alle auch abgedeckt sind.

Ebenfalls zur Baueingabe der temporären Beschneigung, wurden in den letzten drei Jahren verschiedene Möglichkeiten der Beschneigung der Langlaufloipen sowie der Skisprungschanze geprüft und abschliessend mit einem Variantenstudium 2020 dokumentiert. Mit dem Variantenstudium wurden auch alternative Standorte bezüglich dem Angebot der Langlaufloipen (z.B. im Gebiet Gerschni) in die Betrachtung miteinbezogen. Als Bestvariante aus der Machbarkeitsstudie resultierte die Varianten «B», welche im vorliegenden Bauprojekt ausgearbeitet wurde. Alle Bewertungskriterien der Machbarkeitsstudie (Schneesicherheit, Wirtschaftlichkeit, Bewilligungsfähigkeit, Angebot in Engelberg - Talboden usw.) wurden dabei gleich stark gewichtet.

Die Variante B umfasst eine Beschneigung mit festen sowie flexiblen Installationen, welche eine maximale Flexibilität sowie auch Erweiterungen zulassen. Infolge des gebundenen Standortes wurde das Bauwerk der Entnahme PS 100 «Pumpstation 100» bereits auf die maximal mögliche Entnahmemenge von ca. 160 Liter/s projektiert. Lediglich die Rohr- und Pumpeninstallationen innerhalb des unterirdischen Rohrkellers, müssten dann noch anhand der effektiv benötigten Wassermenge ergänzt (Anzahl Pumpen) werden.

Bei der Pumpstation 200 (PS 200) wurden mögliche Erweiterungen des Gebäudes bei einem Vollausbau auf den Plänen vermerkt und sind jederzeit auch später möglich.

Mit der definitiven Beschneigung gemäss dem vorliegenden Bauprojekt, wird im Totalen eine Fläche von ca. 33'000 m² beschneit. Für diese Grössenordnung ist gemäss den gesetzlichen Vorgaben keine Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig. Auch könnten noch zusätzlich ca. 2'830 m Loipenlänge beschneit werden, bevor ein Umweltverträglichkeitsbericht benötigt würde.

2. GRUNDLAGEN

Als Grundlagen für das Bauprojekt dienen folgende Unterlagen:

- Besprechungen mit den Bauherrschaften (2018 – 2025)
- Bewilligungen temporäre Beschneigung der Abschnitte 1 bis 4 von 2018 und 2023
- temporäre Gewässerschutzbewilligung Wasserentnahme Engelberger Aa vom 10.02.2017 vom 09.02.2017 (zeitlich begrenzt) mit möglichen Verlängerungen.
- Variantenstudium Beschneigung Langlaufloipen 2020 vom 14.09.2020.

Im Weiteren wurden Abklärungen mit den Werk- und Grundeigentümern sowie den kantonalen Amtsstellen geführt. Die Projekte der Werke werden mit der Ausarbeitung vom Auflageprojekt noch integriert.

3. OBJEKTBE SCHREIBUNG

3.1 Entnahmebauwerk PS 100 «Pumpstation 100» beim Erlenbach

Da der Erlenbach aus dem Grundwasser gespeisen wird, ist eine Wasserentnahme aus dem Erlenbach möglich. Die maximal mögliche Entnahmemenge beim Erlenbach wurde anhand der Gesamtdurchflusses ($Q_{347} = \text{ca. } 800 \text{ l/s}$) ermittelt und darf davon nicht mehr als ca. 20% betragen. Die Entnahmemenge kann somit max. 160 l/s betragen.

Da die Entnahme des Wassers Standort gebunden ist, muss die Pumpstation 100 unmittelbar im Bereich vom Erlenbach erstellt werden. Die Pumpstation 100 enthält dabei nur die minimal erforderliche Infrastruktur (Unterwasserpumpe, kleine Steuerung usw.) und pumpt das entnommene Wasser direkt zur Pumpstation 200 (PS 200), wo dann der Platz für die restlichen Installationen geschaffen wurde.

Die Abmessungen vom Entnahmebauwerk (PS 100) konnten so gewählt werden, dass diese von aussen nur mittels Entnahmerohr mit Rechen sowie zwei Einstiegsschächten in Erscheinung tritt. Über dem Bauwerk wird die nutzbare Weide wieder hergestellt. Auch die Böschung vom Erlenbach kann ohne Böschungsabflachung oder sonstige baulichen Anpassung wieder hergestellt werden. Die Abmessungen vom unterirdischen Bauwerk können aus dem Plan 1858 - 2701 entnommen werden. Das Bauwerk unterteilt sich somit in eine Entnahmeleitung mit Feinrechen, dem Pumpenbecken (Unterwasserpumpen) sowie dem marginalen Elektroraum für die Steuerung und Alarmierung der Pumpe (begehbare Grösse).

Der untere Bereich vom PS 100 befindet sich im Grundwasser und somit im Endzustand unter Auftrieb. Für die Erstellung des Entnahmebauwerkes ist eine um spundete Baugrube (Spundwandprofile PU 22, Länge ca. 12 m), eine Wasserhaltung mittels Filterbrunnen und eine Pfählung notwendig. Die Pfählung dient zur Abtragung der Vertikallasten sowie zur Aufnahme der Auftriebssituation bei maximalem Grundwasserstand und leerem Pumpenraum. Für die Baueingabe muss ein Baugrubenkonzept sowie ein Unbedenklichkeitsnachweis erstellt werden.

Die maximale Entnahmemenge von 160 l/s wird mit 4 Pumpen à 40 l/s Leistung in das Leitungsnetz gespeisen. Von da führt eine Leitung DN 315 zur Pumpstation PS 200. Im Notfall könnten auch maximal 3 Werfer mit der Unterwasserpumpe direkt mit Beschneigungswasser versorgt werden.

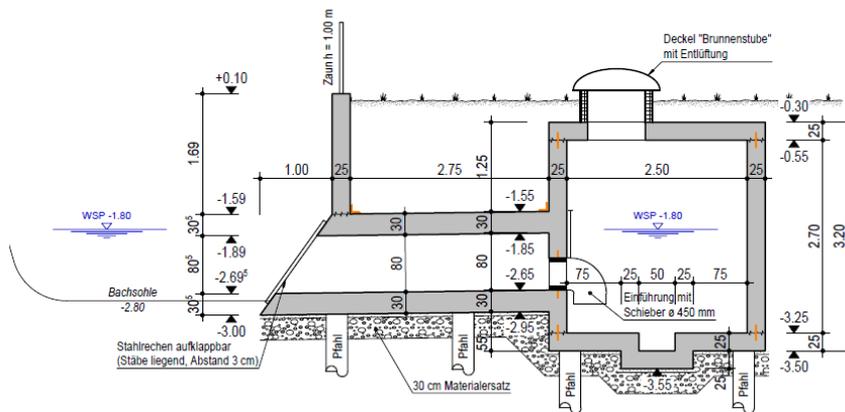


Abb. 1; Planausschnitt Wasserfassung Erlenbach
 Das Gesuch zur Wasserentnahme ist zusätzlich mit dem Auflageprojekt zu formulieren und einzureichen. Als Grundlage dazu dienen die Abklärungen der Geotest AG.

3.2 Pumpstation PS 200 «Pumpstation 200» beim Sportplatz Wyden

Von der Wasserentnahme (PS 100) erfolgt der Wassertransport über eine Druckleitung zur Pumpstation 200. Die Lage der Pumpstation wurde im Bereich vom Sportplatz / Werkhof Wyden gewählt, da sie ausserhalb der Grünzone und innerhalb der Bauzone liegt. Natürlich wäre die Erstellung bei der Pumpstation 200 direkt bei der Entnahme wirtschaftlicher, ist jedoch Baubewilligungstechnisch als kritisch zu betrachten. Da die Höhendifferenz vom PS 100 bis zum PS 200 lediglich ca. 8 m (0.8 bar) betragen, ist dies technisch und wirtschaftlich ebenfalls umsetzbar.

Die Konstruktion der Pumpstation 200 wurde so konzipiert, dass sie mit der Erstellung nur die aktuell notwendigen Gebäudevolumen beinhaltet und Erweiterungen ohne Um-Installationen im Gebäude möglich sind. Das Gebäude könnte anschliessend bei Bedarf mit einem Traforaum und mit Kühltürmen erweitert werden. Für die erste Entnahmemenge von 40 l/s, könnte der Kühlturm (Phase 2) auf dem Dach angeordnet werden, da dies für die Rohrinstallationen eine wirtschaftlichere Lösung bietet. Ebenfalls wäre mit dem vorliegenden Bauprojekt erst eine liegende Pumpe (neben Eingang) notwendig, wodurch der restliche Platz noch als Lagerplatz für die temporären Gerätschaften und Schläuche benutzt werden kann. Wenn alle vier liegenden Pumpen (auf Betonsockeln) in Betrieb sind (Betrieb von 160 Liter/s), würde dieser Platz nicht mehr zur Verfügung stehen und die Lagerung müsste wie bis anhin im Werkhofbereich erfolgen.

Eine Umfassung des Kühlturmes mittels Holzverschalung (ca. 20 kg/m²) wurde im Bauprojekt bereits eingerechnet, da dies die Situation bezüglich den Lärmgrenzwerten noch verbessert und eine optische Verbesserung darstellt. Dies ist ebenfalls ein Vorteil der Standortwahl vom PS 200 (Distanz zu den bewohnten Liegenschaften).

Ab der Pumpstation 200 (PS 200) erfolgt die Versorgung des Beschneigungswassers über die Druckleitungen zu den jeweiligen Fertigbetonschächten (inkl. vorgefertigten Anschlüssen für Werfer und Lanzen) z.B wie von der Technoalpin AG.

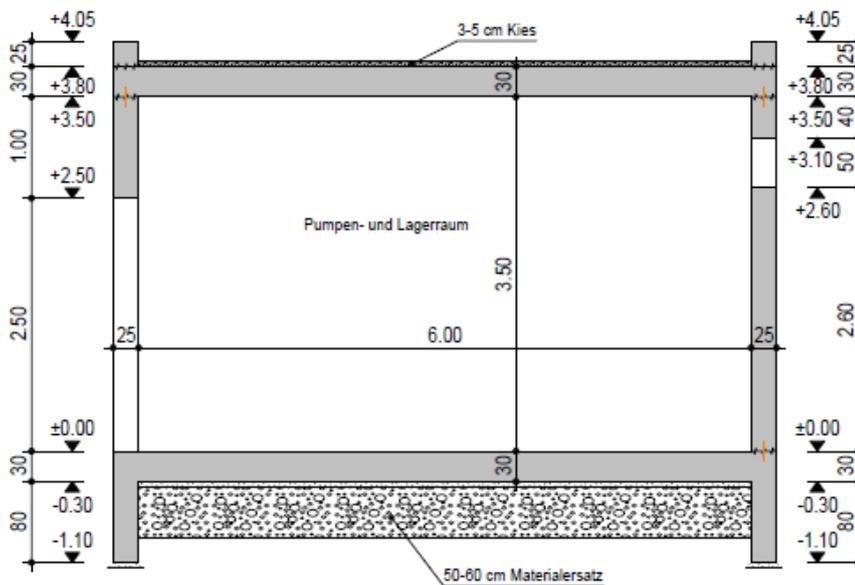


Abb. 2; Planausschnitt Querschnitt PS 200 (Pumpenraum / Lagerraum)

3.3 Konzept Leitungsgräben mit Anschlussschächten

Wie aus den Kapiteln 3.2 und 3.3 beschrieben, werden die Leitungen von Pumpstation zu Pumpstation und ab der Pumpstation 200 zu den jeweiligen Schächten erdberührt verlegt. Natürlich sind auch die Schächte erdverlegt und es ist jeweils nur der Einstiegsdeckel sichtbar. Mit den Druckrohren des Beschneigungswassers werden auch gleich Werkleitungsrohre für Datenkabel (Steuerung), Luftrohre, Warnbänder und Elektrorohre verlegt. Mit dieser Anzahl Leitungen sind für spätere Anschaffungen von Schneeerzeuger, bereits alle Medien im Boden. Alle Anschlusspunkte (Elektro, Wasser, Luft und Daten) sind dann in den jeweiligen Fertigbetonschächten vorhanden. Infolge der Lage des Grundwasserstandes (ca. 1.5 – 1.8 m unter Terrain), werden zur Minimierung der Erstellungskosten die Leitungsgräben maximal 1.5 m tief ausgeführt (dito Trinkwasserleitungen). Zur Sicherung der Frosttiefe erfolgt die Rohrumhüllung mittels Misapor (Dämmschüttung Korngrösse 50/70).

Im Winterbetrieb werden anschliessend die temporären Leitungen in den Fertigbetonschächten angeschlossen und über das Terrain zu den jeweiligen Beschneigung - Stellen geführt (siehe Planlegenden Abschnitt 1 + 2). Mit dieser Ausführung entsteht zwar ein gewisser Aufwand für die Betreiber, jedoch bleibt dadurch die maximale Flexibilität gewährleistet. Auch sind so nur in den minimal erforderlichen Standorten Grabarbeiten und fixe Installationen auszuführen.

Für die Querung der Engelberger Aa / Dürrbachs wurden zwei Varianten untersucht, wobei die Variante der Unterquerung, die technisch besseren Lösungen ergeben hat. Mit der benötigten Anzahl an Rohren (siehe Beschrieb oben) wäre eine Rohraufhängung neben der Brücke sehr aufwendig geworden und hätte das Lichtraumprofil der Engelberger Aa und des Dürrbachs beeinträchtigt.

Somit werden die Fliessgewässer mittels einer Spülbohrungen bestehend aus einem Bordurchmesser von DN ca. 450 mm ausgeführt. Mit diesem System entfallen bei der Querung auch die teuren Start- und Endgruben, wo ebenfalls Teilbereiche im Grundwasser liegen. Die dadurch benötigten Entlüftungen, werden in den angrenzenden VP-Schächten eingebaut.

So wie die Pumpstationen 100 und die Pumpstation 200, ist auch das Leitungsnetz erweiterbar.

3.4 Ausführung in Phasen

Die vorliegende Kostenschätzung wurde in zwei Hauptphasen aufgeteilt.

Phase 1:

Die Phase 1 beinhaltet die Wasserentnahme, das Pumpwerk 200 sowie alle erdverlegten Leitungen (inkl. Elektrozuleitung ab Sportingpark) und Schächte. Mit der Phase 1 sind alle Installationen gemäss Planbeilagen abgedeckt und das Beschneigungs- Wasser kommt zu 100% aus dem Erlenbach. Die benötigte Entnahmemenge für die Langlaufloipen und das Schanzenareal betragen ca. 40 l/s. Somit würde das Wasser aus dem Erlenbach entnommen und über die Pumpe im PS 100 ins Leitungsnetz geführt bis zum PS 200. Im PS 200 erfolgt dann die Druckverteilung auf das Leitungsnetz und weiter zu allen VP's.

Als Alternative könnte in der Phase 1 auch nur das PS 100, die Leitungen und alle VP's erstellt werden. Damit könnte zumindest alle Loipen mit den drei vorhandenen Werfern beschneit werden. Würde dann noch der mobile Hochdruckpumpenwagen beim Schanzenareal beim VP 14 oder 14.1 angeschlossen, könnte das Schanzenareal noch gleichzeitig mit den Lanzen beschneit werden, ohne dass das PS 200 benötigt würde.

Die Beschneigung würde damit wie bis anhin über die 3 Werfer der Loipenbeschneigung und die Lanzen beim Schanzenareal erfolgen. Da die vorhandenen Werfer schon einen Kompressor auf dem Gerät haben und im Schanzenareal eine Hochdruckpumpe und eine Kompressor auf dem mobilen Wagen vorhanden sind, ist der Endausbau vom Druckluftkompressor somit der Phase 2 zugeordnet.

Phase 2:

Die Phase 2 beinhaltet noch die Restarbeiten zum möglichen Vollausbau. Dies beinhaltet noch Kühltürme auf dem Dach des Pumpwerks 200, die Verrohrung der Kühltürme, zusätzliche Schaltschränke und die Druckluftinstallationen. Ebenfalls sind bezüglich der Elektroleistungen noch Erschliessungen zum Werkhofareal notwendig. Der Kühlturm ermöglicht dabei noch bessere Beschneigungsergebnisse, da ein relevanter Teil vom Beschneigungs- Wasser mittels dem Kühlturm abgekühlt werden kann und somit die möglichen Zeiten der Beschneigung nochmals erhöht.

Der mobile Hochdruckpumpen-Wagen im Schanzenareal würde damit entfallen und auch die Kompressoren auf den drei vorhandenen Werfern könnten zurückgebaut werden.

3.5 Naturschnee

Zusätzlich zum technisch erzeugten Schnee (ohne Zusätze), wird für die Auffüllung der Bachquerung der Engelberger Aa auch Naturschnee aus der Schneeräumung (ohne Verschmutzung) verwendet. Das Depot vom Naturschnee wird immer im Bereich vom Werkhof obere Erlen zwischengelagert. Auf den Wiesen wird kein Schnee aus der Strassenräumung eingebracht. Falls genügend Naturschnee (natürlicher Niederschlag) vorhanden ist, kommt die Beschneigung nur reduziert zum Einsatz, um eventuell Depots vor Ort zu erstellen oder nachzuschneien.

Als Ergänzung zur technischen Beschneigung, wird seit dem Jahre 2023 auch noch ein Snow-Farming-Standort im Gebiete Eienwäldli betrieben. Dieses Thema wird nicht in diesem Bericht, sondern separat behandelt.

3.6 Beleuchtung Nachtloipen / Skisprungschanze

Die Loipen sowie die Skisprungschanze werden wie bis anhin marginal beleuchtet und werden gemäss den gültigen Vorschriften spätestens um 22.00 Uhr ausgeschaltet. Zusätzliche Leuchten sowie Erweiterungen sind nicht geplant. Die Betriebsdauer der Loipenbeleuchtung wird wie die letzten Jahre auf den Zeitraum vom 01. November bis zum 31. März des Folgejahres festgelegt.

3.7 Lärmbelastung

Zur Ermittlung der Emissionen wurde die bpi ingenieure ag beauftragt, die im Plan dargestellten Standorte der temporären Schneeerzeuger bezüglich Lärmemissionen zu untersuchen. Aus den Erfahrungen der letzten Jahre konnte der mögliche Einsatz exakt definiert werden. Ebenfalls wurde in der Lärmbetrachtung der Einsatz der Maschinen der Pistenerstellung (Pistenfahrzeug) und gegenüber dem provisorischen Baugesuch auch ein Kühlturm mitberücksichtigt.

Der Lärmbericht zeigt klar auf, dass alle Grenzwerte mit folgenden Abständen eingehalten sind:

- Abstand Lanzen zu den Gebäuden minimal 40 m bis 55 m.
- Abstand Werfer zu den Gebäuden minimal 40 m bis 60 m.

Auf Wiederholungen aus dem Lärmgutachten wird in diesem Bericht verzichtet und auf die Beilage zum technischen Bericht verwiesen.

3.8 Umwelt

Das Loipennetz weist gemäss vorliegendem Bauprojekt eine Länge von ca. 4'230 m auf wobei nur eine Länge von ca. 3'500 m beschneit wird. Für die künstliche Beschneigung mittels den Schneeerzeuger wird von einer minimalen Breite von ca. 5 - 6 m, ausgegangen. Zusätzlich zu der Loipenfläche (21'000m²) wird die Schanze noch mit max. ca. 12'000 m² für das Skispringen eingeschneit. Aus diesen Definitionen ergibt sich zusammen mit dem Schanzenareal eine maximale Beschneigungsfläche von ca. 33'000 m². Die Reduktion gegenüber der temporären Eingabe resultiert aus der Pistenreduktion im Gebiet der Oberen Erlen. Mit dieser Fläche ist kein Umweltverträglichkeitsbericht notwendig und es wurde ein Bericht Umwelt ausgearbeitet.

Mit einer guten Ausführungsplanung, einer engagierten Bauleitung (Umwelt und baulich) und der Umsetzung der aufgeführten Massnahmen kann das Vorhalten in allen Belangen umweltverträglich realisiert werden.

Auf weitere Wiederholungen aus dem Bericht Umwelt wird verzichtet. Die aufgeführten Aspekte der Umwelt für die Ausführung sind in den Submissionen der Unternehmen aufzunehmen und mit der Ausführung zu kontrollieren.

3.9 Bewirtschaftung der Schneeerzeuger sowie der Langlaufloipen

Anhand der gemachten Erfahrungen aus den letzten Jahren, konnte der Betrieb sowie die Beschneigung laufend angepasst und aus Sicht der Betreiber auch verbessert werden.

Ausrichtung Schneeerzeuger

Die Ausrichtung der Schneeerzeuger erfolgt in erster Linie je nach Windrichtung. Grundsätzlich sind die Schneeerzeuger mehrheitlich in Richtung Eugeni-See zu plat-

zieren, da dies der üblichen Windrichtung entspricht. Falls die Windrichtungen kurzzeitig wechseln, müssen auch die Schneeerzeuger neu ausgerichtet werden. Die Anpassung infolge der Windrichtung können nicht im Vorfeld zu 100% definiert und fix ausgerichtet werden. Im Nahbereich der Gebäude kommen eventuell nur Scheelanzen zum Einsatz.

Beschneigungszeitraum / Betrieb Loipen und Skisprungschanze

Der Beschneigungszeitraum bewegt sich zwischen dem 01. November und Ende Januar des Folgejahres (ausgenommen spez. Vereinbarungen mit Grundeigentümer). Der Unterhalt der Loipen dauert jeweils bis zum 31. März an.

In diesem Zeitraum werden die Schneeerzeuger an den unterschiedlichen Standorten aufgestellt und bei Bedarf (Windrichtung usw.) jeweils noch leicht verschoben. Die runden Punkte auf den Plänen 1858-2123A und 1858-2124A zeigen jeweils die möglichen Standorte der temporären Schneeerzeuger auf. Mit den violett gestrichelten Linien sind die Anschlüsse zu den jeweiligen VP-Schächten dargestellt.

Im Bereich vom Schanzenareal erfolgt zuerst die Beschneigung der Skisprungschanze. Erst nach dem Skisprunganlass (Weltcupspringen) und den Demontagen, können die Langlaufloipen betrieben werden. Somit sind die Loipen im Schanzenareal ca. 6 - 8 Wochen weniger lang in Betrieb als die im Bereich der „Oberen Erlen“. Der mit der Beschneigung der Skisprungschanze hergestellte Schnee, wird anschliessend auch für die Loipen verwendet und mit dem Pistenfahrzeug entlang der Langlaufloipen eingebracht oder umverteilt. Dieser Umstand wurde bei der Angabe der totalen beschneiten Fläche nicht in Abzug gebracht.

Der Einsatz der Schneeerzeuger ist stark von den Aussentemperaturen abhängig. Da das Wasser aus der Engelberger Aa oder dem Erlenbach ca. 7° C beträgt, kann erst ab Temperaturen von - 3°C optimal beschneit werden. Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen, kann es vorkommen, dass die Schneeerzeuger 24h im Einsatz sind, damit die tieferen Temperaturen genutzt werden können. Mit dem zusätzlich vorgesehenen Kühlturm der Technoalpin (Phase 2 Vollausbau), können je nach Aussentemperatur die Beschneigungszeiträume deutlich verkürzt werden, da eine bessere Schneeproduktion mit dem abgekühlten Entnahmewasser entsteht.

Die Schneeverteilung sowie der Unterhalt der Langlaufloipen erfolgen in den Zeiten zwischen 06.00 Uhr und 22.00 Uhr. Dabei findet hauptsächlich der normale Unterhalt (Erstellung, Nacharbeitung Spuren) zwischen 20.00 Uhr und 22.00 Uhr statt. Wie bereits unter Kapitel 3.6 ausgeführt, wird dies im Lärmgutachten ebenfalls berücksichtigt.

4. ERWERB VON GRUND UND RECHTEN

Für das vorliegende Bauprojekt ist kein Landerwerb erforderlich. Allfällige Dienstbarkeiten sind vor Bauausführung mit den jeweiligen Grundeigentümern bilateral durch die Bauherrschaft zu erstellen.

Als Grundlage für die Beschneigung dient der Richtplan der Gemeinde Engelberg.

5. KOSTEN

Die Kosten für das vorliegende Bauprojekt sind in der Beilage zu diesem Bericht aufgeführt und betragen 3'895'700.- Fr. inkl. MwSt.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Mit der vorgesehenen Ausführung der Loipen- und Schanzenarealbeschneigung wurde ein System gewählt, wo bezüglich Pumpen und Beschneigungsstandorten bis zur maximalen Entnahmemenge erweitert werden kann. Das Entnahmebauwerk (PS 100) wurde dabei bereits auf die maximale Entnahmemenge projektiert und muss nur noch bezüglich Pumpenleistung ergänzt werden (ohne Anpassungen am Gebäude und den Leitungsdurchmessern).

Das Pumpwerk 200 (PS 200) wurde so konzipiert, dass bauliche Anpassungen nur für einen eventuell späteren Bedarf eines zusätzlichen Traforaumes (wenn nicht über Werkhof sichergestellt) oder für den Betrieb der Kühltürmen (Verkleidung mit Holz) erfolgen müsste. Alle anderen Aspekte sind in der Gebäudegrösse bereits berücksichtigt.

Die Leitungsdimensionen sind ebenfalls schon auf die maximale Entnahmemenge dimensioniert. Mit der Wahl der fixen und flexiblen Leitungsinstallation wurde ein sogenannte «light-Variante» gewählt, damit der Betrieb und der Unterhalt immer flexibel und anpassungsfähig bleibt.

Bezüglich dem Einfluss der Klimaveränderung auf das Angebot der Langlaufloipen für die nächsten Jahrzehnte, gibt es leider nur sehr wenige dokumentierte und verlässliche Aussagen. Im Grundsatz bietet das vorgeschlagene System die Möglichkeit, mit kürzeren «kalten» Zeitfenstern (Beschneigungstage), die Langlaufloipen im Talboden von Engelberg einzuschneien. Mit dem aktuellen temporären System, ohne Möglichkeit der Abkühlung vom Entnahmewasser, ist man allein auf die tiefen Umgebungstemperaturen angewiesen. Dies ist nicht nur viel zeitaufwendiger, sondern benötigt auch viel längere Kälteperioden, damit die Pisten eingeschneit werden können.

Mit dem Wahl vom Pumpwerk 200 im Bereich vom Werkhof Wyden, wäre auch bereits der Grundstein für eine zusätzliche Ergänzungsmöglichkeit der Beschneigung / Schneeherstellung gelegt. Das ganze System könnte auch zusätzlich mit einer Snowfactory ergänzt werden, welche auch bei «Plustemperaturen» Schnee («Eisplättchen») produzieren würde. Dies könnte zu einem späteren Zeitpunkt auch die absolute Gewährleistung des Skisprunganlasses sowie der Termingerechten Loipeneröffnung sichern.

Relevant für die Beschneigung ist die Feuchtkugeltemperatur. Das ist eine Kombination aus Lufttemperatur in ° Celsius und relativer Luftfeuchtigkeit in %. Als Feuchtkugeltemperatur bezeichnet man bei der psychrometrischen Messung die von einem befeuchteten Thermometer angezeigten Temperaturen. Aufgrund der Verdunstungskälte liegt diese Temperatur in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit unterhalb der Lufttemperatur. Die Temperaturdifferenz ist dabei umso größer, je trockener die Umgebungsluft ist. Bei 100% Luftfeuchtigkeit kann kein Wasser mehr verdampfen und die Feuchtkugeltemperatur entspricht somit der Lufttemperatur. Eine wesentliche Rolle bei der Schneeherzeugung spielt weiter auch die Wassertemperatur, die im Idealfall leicht oberhalb des Gefrierpunkts liegen sollte.

Die technische Beschneigung ist ab einem Grenztemperaturbereich von $-2,0^{\circ}\text{FK}$ (Feuchtkugel) möglich. Die nachfolgende Tabelle gibt dazu einen kleinen Überblick im Bereich der Temperaturen von -1°C bis $+1^{\circ}\text{C}$.

Temperatur	Luftfeuchtigkeit	Feuchtkugel (FK)
$+1^{\circ}\text{C}$	50%	-2.2°FK
$+1^{\circ}\text{C}$	40%	-2.9°FK
$+1^{\circ}\text{C}$	30%	-3.5°FK
$+1^{\circ}\text{C}$	20%	-4.3°FK
0°C	60%	-2.3°FK
0°C	50%	-3.0°FK
0°C	40%	-3.7°FK
0°C	30%	-4.3°FK
-1°C	80%	-2.1°FK
-1°C	70%	-2.6°FK
-1°C	60%	-3.2°FK
-1°C	50%	-3.8°FK

Die oben gezeigte Tabelle zeigt auf, dass es zwischen $+1^{\circ}\text{C}$ und -1°C mit geeigneter Luftfeuchtigkeit möglich ist, technischen Schnee zu produzieren. Die Tabelle ist nicht abschliessend und soll die üblichen Randtemperatur Bedingungen aufzeigen.

Im Bericht «Klimaänderung und die Schweiz 2050» vom März 2007, sind Informationen über die Klimaänderung auf den Tourismus in der Schweiz, sowie auf eine mögliche Schneesicherheit dokumentiert.

Tabelle 1: Schneesicherheit der Schweizer Skigebiete unter gegenwärtigen und zukünftigen klimatischen Bedingungen. (Quelle: Abegg et al. 2007)⁶

Region	Anzahl Skigebiete	Schneesicherheit			
		heute	$+1^{\circ}\text{C}^{\text{a}}$	$+2^{\circ}\text{C}^{\text{a}}$	$+4^{\circ}\text{C}^{\text{a}}$
Alpen VD+FR	17	100%	65%	53%	6%
Berner Oberland	26	96%	85%	62%	12%
Zentralschweiz	20	90%	75%	55%	20%
Ostschweiz	12	83%	58%	58%	8%
Graubünden	36	100%	97%	97%	83%
Wallis	49	100%	100%	100%	80%
Tessin	4	100%	75%	50%	0%
Schweiz	164	97%	87%	79%	49%

a) Zeithorizont: $+1^{\circ}\text{C}$: ca. 2020er Jahre; $+2^{\circ}\text{C}$: ca. 2050; $+4^{\circ}\text{C}$: gegen Ende des Jahrhunderts

Anhand des Wegfalls der Skigebiete gemäss dieser Tabelle ist anzunehmen, dass jeweils die tieferliegenden Skigebiete ohne technischer Beschneigungsinfrastruktur keinen Wintersport mehr anbieten können. Ebenfalls geht man davon aus, dass sich die Höhengrenze der Schneesicherheit bis ins Jahr 2050 um ca. 300 Höhenmeter verschiebt. Aktuell wurden in dieser Tabelle nur Skigebiete mit ca. 100 Tagen Schneesicherheit und 30 cm Schneedecke aufgeführt.

Eine Höhenverschiebung von 300 Höhenmeter würde der Verschiebung vom Langlaufangebot vom Niveau Engelberg nach Untertrübsee / Gerschni entsprechen.

Somit wird damit gerechnet, dass mit dem ausgearbeiteten Bauprojekt der Loipenbeschneigung mit Kühltürmen, sowie einer eventuellen möglichen Erweiterung mittels Snowfactory, die Beschneigung der Langlaufloipen ungefähr in den nächsten ca. 20 Jahren betrieben werden könnte.

Der Einsatz einer Snowfactory wurde im vorliegenden Konzeptvorschlag der Beschneigung noch nicht erfasst. Die Betrachtung erfolgte aber schon mit dem Variantenstudium der möglichen Beschneigungs - Varianten. Ebenfalls beinhaltet das Variantenstudium auch schon eine Variante mit dem Ausbau vom Langlaufnetz im Gebiet Untertrübsee.

Im Grundsatz kann davon ausgegangen werden, dass ohne technische Infrastruktur für die Beschneigung, die Aufrechterhaltung vom Angebot für den Langlaufsport im Talboden von Engelberg zukünftig erschweren wird.

Solchen Infrastrukturen bestimmen schon seit Jahren auch Konkurrenzfähigkeit der Skigebiete weit über 1000 Meter über dem Meeresspiegel.

Engelberg, 14. Februar 2025

CES Bauingenieur AG
Waser + Roos



Roger Waser